

## **АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОКАЗНИКІВ ДИНАМІКИ**

Однією з найактуальніших проблем України є енергетична безпека країни. В статті досліджено виробництво електроенергії в Україні за 2000-2005 р.р., розроблено її математичну модель, визначено аналітичні показники та прогнозне значення у 2008 році.

One of the major problems of Ukraine is the power security of the country. This paper presents the research of power generation in Ukraine during the 2000-2005. The mathematical model of the generation is developed. The analytic indices and predicted value for 2008 are obtained.

**Ключові слова:** виробництво електроенергії в Україні, динамічний ряд, базисні та ланцюгові показники, метод аналітичного вирівнювання, лінія тренду, точковий та інтервальний прогноз.

### **Вступ**

Електроенергетика – це базова галузь національної економіки, стабільність роботи якої для розвитку країни має особливе значення. Вона впливає не тільки на розвиток народного господарства, а і на територіальну організацію продуктивних сил [1]. Будівництво могутніх ліній електропередач дає можливість освоювати паливні ресурси незалежно від віддалення районів споживання. Електроенергетика також має велике районне значення. Україна має значні запаси камінного та бурого вугілля, невеликі родовища нафті та природного газу, проте власні паливні ресурси забезпечують лише 58 % потреб країни, інша їх частина поступає із Росії та Туркменістану [1]. Тому актуальними є дослідження виробництва електроенергії в Україні в його розвитку за часом та прогноз щодо виробництва у 2008 році.

Це завдання вирішується побудовою та аналізом рядів динаміки [2 - 4]. Для оцінювання властивостей динаміки у статистиці застосовуються аналітичні показники [2]. Крім того, при аналізі рядів динаміки важливо виявити загальну тенденцію розвитку (тренд) виробництва електроенергії. Ця задача в

статистиці називається вирівнюванням динамічних рядів [2 - 4]. До способів і методів вирівнювання динамічних рядів можуть бути віднесені такі [2-4]: збільшення інтервалів, визначення ковзкої середньої, аналітичне вирівнювання. Використання в аналізі рядів динаміки способу збільшення інтервалів та методу ковзної середньої дозволяє виявити тренд для його опису, але отримати узагальнюючу статистичну оцінку тренду цими підходами неможливо [2]. Тому вирішення цієї задачі – вимір тренда – досягається методом аналітичного вирівнювання.

### Постановка задачі

За даними Держкомстату виробництво електроенергії в Україні за 2001– 2005 рр. на кінець відповідного року складає, млрд.кВт.год. [5] (табл.1).

Таблиця 1

Рік	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Виробництво електроенергії	171	173	174	180	182	186

Необхідно визначити: а) базисні та ланцюгові показники ряду динаміки, б) вид лінії тренду, в) параметри рівняння регресії ліній тренду, г) точковий та інтервальний прогноз щодо виробництва електроенергії в Україні в 2008 році.

### Методологія

Наявність рядів динаміки потребує їх аналіз, що має за мету вивчення зміни явища за часом і встановлення його напрямку, характеру цієї зміни и вияв закономірності розвитку. Властивості рядів динаміки оцінюються за допомогою *аналітичних показників*. При цьому базою порівняння може бути змінний попередній рівень (розрахунок *ланцюговим способом*) або постійний віддалений за часом рівень (розрахунок *базисним способом*) [2, 3].

Розглянемо показники ряду динаміки.

*Абсолютний приріст (або зменшення)*  $\Delta_i$  відповідає швидкості зміни рівнів ряду і розраховується як різниця рівнів ряду:

$$\text{а) базисний } \Delta_{i0} = y_i - y_0; \quad (1)$$

$$\text{б) ланцюговий } \Delta_i = y_i - y_{i-1}, i = 1..n, \quad (2)$$

де  $n$  – кількість рівнів ряду динаміки.

*Темп зростання*  $K_i$  характеризує інтенсивність змін рівнів ряду і виражається у відносних величинах числом або у процентах:

$$\text{а) базисний } K_{i0} = \frac{y_i}{y_0}; \quad (3)$$

$$\text{б) ланцюговий } K_i = \frac{y_i}{y_{i-1}} \quad (4)$$

Темп приросту  $T_i$  виражається в процентах і показує, на скільки рівень  $y_i$  більший (менший) від рівня, взятого за базу порівняння:

$$\text{а) базисний } T_{i0} = \frac{\Delta_{i0}}{y_0} 100\% = \frac{y_i - y_0}{y_0} 100\%; \quad (5)$$

$$\text{б) ланцюговий } T_i = \frac{\Delta_i}{y_{i-1}} 100\% = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} 100\%. \quad (6)$$

Абсолютне значення одного проценту приросту  $A_i$  характеризує вагомість кожного проценту приросту і розраховується як відношення абсолютного приросту до темпу приросту:

$$A_i = \frac{\Delta_i}{T_i} = \frac{y_{i-1}}{100} = 0,01y_{i-1}, \%. \quad (7)$$

Для вирівнювання динамічних рядів використовується *метод аналітичного вирівнювання*. В основі методу лежить встановлення функціональної залежності рівнів ряду від часу  $Y_t = f(t)$  з використанням кореляційно-регресивного аналізу. При цьому на практиці застосовуються найчастіше математичні функції такого виду:

$$\text{а) лінійна } Y_t = a_0 + a_1 t; \quad (8)$$

$$\text{б) параболічна } Y_t = a_0 + a_1 t^2; \quad (9)$$

$$\text{в) гіперболічна } Y_t = a_0 + a_1 \frac{1}{t}; \quad (10)$$

$$\text{г) степенева } Y_t = a_0 a_1^t, \quad (11)$$

де  $a_0, a_1$  - параметри, які знаходяться методом найменших квадратів,  $t$  – порядковий номер періоду.

Розрахунок параметрів математичних функцій (8) – (11) здійснюється методом найменших квадратів (МНК) [2 - 4]. Він дає можливість знайти ту залежність, яка найближче проходить до точок фактичних даних на графіку в осях координат “ $t$ – $y$ ”, тобто дає найменшу суму квадратів відхилень фактичних значень результативної ознаки  $y$  від вирівняних (теоретичних) значень  $Y_t$ :

$$\sum (y - Y_t)^2 = \min. \quad (12)$$

На основі цієї умови отримають систему нормальних рівнянь для розрахунку параметрів  $a_0, a_1$ , де в якості фактора  $x$  виступає час  $t$ .

Якщо відлік часу  $t=0$  здійснювати з середини динамічного ряду, то система нормальних рівнянь спрощується, набуваючи у випадку лінійної залежності (8) такого вигляду:

$$\begin{cases} a_0 n = \sum y; \\ a_1 \sum t^2 = \sum yt. \end{cases} \quad (13)$$

Звідки

$$a_0 = \frac{\sum y}{n}; a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2}. \quad (14)$$

В практичній діяльності може виникнути необхідність інтерполяції або екстраполяції рядів динаміки [2 - 4].

На практиці результат екстраполяції прогнозованих рівнів соціально-економічних явищ звичайно виконують інтервальними оцінками. Для визначення меж інтервалів використовується інтервальна нерівність [2 - 4]:

$$Y_t - t_1 \sigma_\varepsilon \leq Y_{np} \leq Y_t + t_1 \sigma_\varepsilon, \quad (15)$$

де  $t_1$  – коефіцієнт довіри за розподілом Ст'юдента,  $\sigma_\varepsilon$  - залишкове

середнє квадратичне відхилення  $\sigma_\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum (y - Y_t)^2}{(n - m)}}$ ,  $n$  – кількість рівнів

розглянутого (базисного) ряду динаміки,  $m$  – кількість параметрів теоретичної залежності тренду,  $(n - m)$  – число ступенів вільності,  $Y_t$  – дискретне (точкове) значення прогнозного рівня.

## Результати дослідження

Аналітичні показники динаміки визначимо за формулами (1) – (7) і запишемо в таблицю:

Таблиця 2

Роки	Виробництво електроенергії, млрд.кВт.год.	Абсолютний приріст, млрд.кВт.год.		Темп зростання, %		Темп приросту, %		Абсолютне значення 1% приросту, млрд.кВт.год
	$y_i$	$\Delta_i$	$\Delta_{i0}$	$K_i$	$K_{i0}$	$T_i$	$T_{i0}$	$A_i$
2000	171	...	0	...		...	0	...
2001	173	2	2	1,012	1,012	1,2	1,2	1,67
2002	174	1	3	1,006	1,017	0,6	1,7	1,67
2003	180	6	9	1,034	1,053	3,4	5,3	1,76
2004	182	2	11	1,011	1,064	1,1	6,4	1,82
2005	186	4	15	1,022	1,088	2,2	8,8	1,82

Загальне уявлення про характер тенденції зміни явища можна отримати із графічного зображення ряду динаміки (рис. 1). Із графіка видно, що фактичні дані ряду динаміки (точки на рис. 1) розміщені близько до прямої лінії. Тоді вирівнювання ряду динаміки здійснюється за прямою, яка описується рівнянням тренду у вигляді функції  $Y_t = a_0 + a_1 t$ , де  $a_0, a_1$  - параметри рівняння тренду,  $t$  – порядковий номер періодів часу.

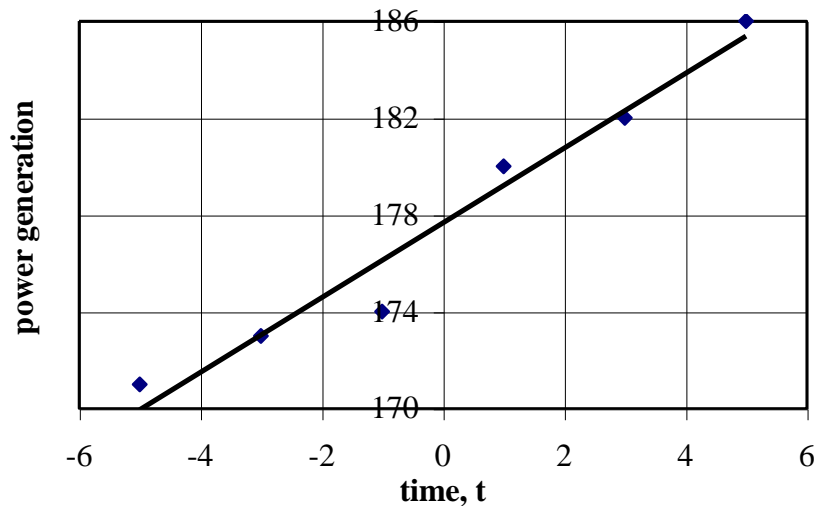


Рис. 1. Виробництво електроенергії в Україні за 2000-2005.

Рівняння, що описує пряму лінію тренду, має такий вигляд:

$$Y_t = 177,67 + 1,54t.$$

Визначимо точковий і інтервальний прогнози на 2008 рік, скориставшись рівнянням тренду. Для 2008 року  $t=11$ . Отже, за точковим прогнозом на 2008 рік виробництво електроенергії в Україні становитиме:

$$Y_{np} = 177,67 + 1,54t = 177,67 + 1,54 \cdot 11 = 191,55 \text{ млрд.кВт.год.}$$

Для встановлення інтервального прогнозу на 2008 рік скористаємося залежністю (15). Визначимо залишкове середнє квадратичне відхилення з урахуванням отриманих даних при  $n=6$  і  $m=2$ .

$$\sigma_\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum (y - Y_t)^2}{(n - m)}} = \sqrt{\frac{6,705}{6 - 2}} \approx 1,295.$$

Коефіцієнт довіри  $t_I$  вибирається з статистичних таблиць  $t$ -розподілу Ст'юдента в залежності від рівня значимості  $\alpha = 0,05$  і числа ступенів вільності  $(n-m)=6-2=4$ :  $t_I=2,13$  [4]. Тоді прогнозне значення виробництва електроенергії в Україні (млрд.кВт.год.) у 2008 році з ймовірністю 95% буде знаходитися в межах:  $188,8 \leq Y_{np} \leq 194,3$ .

## Висновки

1. Результати розрахунків (таблиця 2) показують, що у 2005 році виробництво електроенергії у порівнянні з 2000 роком збільшилося на 15 млрд.кВт.год., або в 1,088 рази (8,8 %), а порівняно з 2004 роком – на 4 млрд.кВт.год., або в 1,022 рази (2,2 %). Найбільший темп зростання виробництва електроенергії порівняно з минулим роком спостерігався у 2003р. (3,4 %), найменший – у 2002 р. (0,6 %). Кожний відсоток абсолютного приросту у 2005 році становив 1,82 млрд.кВт.год, що підтверджується фактичними даними [6]. Таким чином, розвиток енергетичної галузі з виробництва електроенергії є позитивним, а її показники зростають із року в рік.

2. За даними про виробництво електроенергії в Україні визначено вид лінії тренду: лінійна функція.

3. Отримано параметри рівняння регресії лінії тренду:  $a_0 = 177,67$ ,  $a_1 = 1,54$ . Це означає, що кожен рік виробництво електроенергії зростає на 1,54 млрд.кВт.год.

4. Зроблено точковий та інтервальний прогноз щодо виробництва електроенергії в Україні в 2008 році. За точковим прогнозом виробництво електроенергії становитиме  $Y_{np} = 191,55$  млрд.кВт.год. За інтервальним прогнозом виробництво електроенергії в Україні в 2008 році з ймовірністю 95% буде знаходитися в межах:  $188,8 \leq Y_{np} \leq 194,3$ . млрд.кВт.год.

**Література:** 1. Экономика: Информация об Украинском государстве: Украина промышленная // <http://www.ukrindustrial.com/ukraine/>. 2. Лугінін О.Є., Білоусова С.В. Статистика: Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 580 с. 3. Бек В.Л. Теорія статистики: Навч. посібник. – К.: ТОВ “Центр учбової літератури”, 2002. – 288 с. 4. Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. Економетрія: Підручник. – К.: КНЕУ, 2005. – 520 с. 5. <http://www.ukrstat.gov.ua>. 6. Производство электроэнергии в Украине в 2004 году возросло. / Энергорынок / Деньги // <http://www.zn.ua/2000/2229>.